

7/5/45

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05435812 \*\*Image available\*\*

MAGNETORESISTIVE EFFECT FILM, MAGNETORESISTIVE EFFECT ELEMENT, MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

PUB. NO.: 09-050612 [JP 9050612 A]

PUBLISHED: February 18, 1997 (19970218)

INVENTOR(s): HOSHINO KATSUMI

NAKATANI RYOICHI

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 07-199417 [JP 95199417]

FILED: August 04, 1995 (19950804)

INTL CLASS: [6] G11B-005/39; H01F-010/26

JAPIO CLASS: 42.5 (ELECTRONICS -- Equipment); 41.4 (MATERIALS -- Magnetic Materials)

JAPIO KEYWORD:R020 (VACUUM TECHNIQUES); R115 (X-RAY APPLICATIONS)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily form a magnetoresistive effect film in which a magnetic layer is adjacent to an antiferromagnetic layer and to obtain such a magnetoresistive effect film that has excellent heat resistance and corrosion resistance and strong exchange coupling between the magnetic layer and the antiferromagnetic layer by constituting the antiferromagnetic layer of two layers comprising different antiferromagnetic materials.

SOLUTION: This magnetoresistive effect film is produced by successively depositing a buffer layer 12, a magnetic layer 13, antiferromagnetic layers 14, 15, and a protective layer 16 on a substrate 11. As for the antiferromagnetic material, different antiferromagnetic materials are used for respective layer. An Mn-Ir alloy is used for the antiferromagnetic layer 15 which is formed to be not adjacent to the magnetic layer 13, while a Fe-Mn alloy or Ni-Mn alloy is used for the antiferromagnetic layer 14 to be adjacent to the magnetic layer 13. Thereby, a magnetoresistive effect film having excellent heat resistance and corrosion resistance and strong exchange coupling between the magnetic layer 13 and antiferromagnetic layers 14, 15 can be easily produced. As a result, Barkhausen noise of the magnetoresistive effect element can be suppressed.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-50612

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/26

H 0 1 F 10/26

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平7-199417

(22) 出願日

平成7年(1995)8月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 星野 勝美

東京都国分寺市東荏ケ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 中谷 亮一

東京都国分寺市東荏ケ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

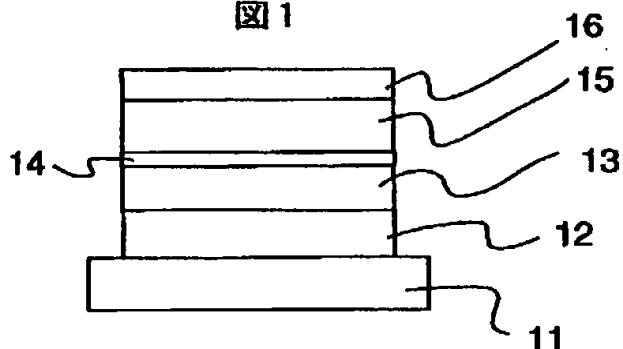
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果膜、磁気抵抗効果素子、磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【構成】 磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層として、2層の異なる反強磁性材料を用い、磁性層に接していない側に形成する反強磁性層としてMn-Ir系合金を用い、磁性層に接した側に形成する反強磁性層としてFe-Mn系合金、Ni-Mn系合金などを用いる。

【効果】 耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜を容易に作製できる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁性層に反強磁性層が接し、上記磁性層の磁化の向きと膜に流れる電流方向との相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層が2層の異なる反強磁性材料からなることを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項2】複数層の磁性層を非磁性層で分割し、少なくとも1層の磁性層が反強磁性層に接しており、少なくとも1層の磁性層が反強磁性層に接していない多層膜を用いた磁気抵抗効果膜であり、上記非磁性層で分割された上記磁性層の磁化の相対的な向きにより、磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層が2層の異なる反強磁性材料からなることを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項3】請求項1または2において、上記2層の異なる反強磁性材料のうち、磁性層に接していない側の反強磁性層が、Mn-Irを主成分とする合金からなる磁気抵抗効果膜。

【請求項4】請求項3において、上記2層の異なる反強磁性材料のうち、磁性層に接している側の反強磁性層は、Fe、Ni、Co、Crから選ばれる金属とMnとの合金を主成分とする磁気抵抗効果膜。

【請求項5】請求項1、2、3または4に記載の上記磁気抵抗効果膜が面心立方構造を有し、(111)配向している磁気抵抗効果膜。

【請求項6】請求項5において、上記磁性層に接した上記反強磁性層の格子定数が、磁性層の格子定数と、磁性層に接していない反強磁性層の格子定数の中間の値である磁気抵抗効果膜。

【請求項7】請求項4または5において、上記2層の異なる反強磁性材料のうち、磁性層に接している側の反強磁性層の膜厚が2nm以下である磁気抵抗効果膜。

【請求項8】請求項3において、上記2層の異なる反強磁性材料のうち、磁性層に接している側の反強磁性層が、Ni-Mn、Cr-Mnを主成分とする合金からなる磁気抵抗効果膜。

【請求項9】請求項1、2、3、4、5、6、7または8において、上記磁性層の少なくとも一部がNi-Fe系合金あるいはNi-Fe-Co系合金である磁気抵抗効果膜。

【請求項10】請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9に記載の上記磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子。

【請求項11】請求項10に記載の上記磁気抵抗効果素子を少なくとも一部に用いた磁気ヘッド。

【請求項12】請求項10に記載の上記磁気抵抗効果素子と上記誘導型磁気ヘッドとを組み合わせた磁気ヘッド。

【請求項13】請求項12または13に記載の上記磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気抵抗効果膜及びこれを用いた磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】再生用磁気ヘッドに用いる磁気抵抗効果素子には、多数の磁区の挙動により生じるバルクハウゼンノイズが問題になる。バルクハウゼンノイズを抑制するには、磁気抵抗効果素子の磁区を単磁区化することが有効である。アイイーイーートランザクションズ オン マグネティクス(IEEE Transactions on Magnetic s)、第14巻、第5号、521～523ページに記載のように、磁性層と反強磁性層とを交換結合させることにより、磁気抵抗効果素子の磁区を単磁区化し、バルクハウゼンノイズを抑制している例がある。

【0003】また、磁気記録の高密度化に伴い、現在使われているNi-Fe合金を用いた磁気抵抗効果素子よりも高い磁気抵抗効果を示す材料が求められている。フィジカル・レビュー・B(Physical Review B)、第43巻、第1号、1297～1300ページに記載のように、2層の磁性層を非磁性層で分離し、一方の磁性層と反強磁性層とが交換結合しており、二つの磁性層の磁化の向きにより磁気抵抗効果が生じる多層膜が考案されており、低磁界で高い磁気抵抗変化が得られている。

【0004】上述の文献に述べられているように、Ni-Fe膜と交換結合する反強磁性膜は、Fe-Mn系合金が知られている。しかし、Fe-Mn系反強磁性膜は、耐食性が悪いという問題がある。

【0005】また、第15回応用磁気学会学術講演概要集、40ページには、反強磁性膜として、NiOを用いている。しかし、NiO層厚を厚くしないとNi-Fe磁性層との交換結合が得られず、かつ、NiOが酸化物であるので、電気伝導性がほとんどなく、磁気ヘッドに用いるための電極形成が難しい。

【0006】特開平6-76247号公報に記載の磁気抵抗センサでは、反強磁性層にNi-Mn系合金を用いることにより、磁性層との交換結合が得られている。しかし、Ni-Mn系合金が磁性層と交換結合するためには、Ni-Mn系合金の膜厚を厚くし、成膜後250℃程度の熱処理を長時間する必要がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】磁性層と反強磁性層とを交換結合させた磁気抵抗効果膜を、磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド等の応用に用いる場合、反強磁性材料は、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層との高い結合磁界が得られ、かつ容易に作製できることが重要である。しかし、これまでに開示されている反強磁性材料において、上記の条件を十分に満たす材料はほとんどない。

【0008】本発明の目的は、磁気抵抗効果膜の問題の

解決方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、種々の材料及び膜厚を有する磁性層、反強磁性層を積層した多層磁気抵抗効果膜について誠意研究を行った結果、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層として2層の異なる反強磁性材料を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層との交換結合が容易に得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層として、2層の異なる反強磁性材料を用い、磁性層に接していない側に形成する反強磁性層としてMn-Ir系合金を用い、磁性層に接した側に形成する反強磁性層としてFe-Mn系合金、Ni-Mn系合金などを用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。また、この磁気抵抗効果膜は、面心立方構造を示し、(111)面が基板に対し平行に成長する時、反強磁性層と強磁性層とが強く結合する。また、上記磁性層に接した側に形成する反強磁性層として、Cr-Mn系合金を用いても同様な効果が得られる。上記磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、バルクハウゼンノイズを示さない。

【0011】また、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層と反強磁性層とが接している多層膜であり、非磁性層で分割された磁性層の磁化の相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、反強磁性層として2層の異なる反強磁性層を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れた磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。上記磁気抵抗効果膜を用いることにより、低磁界で高い磁気抵抗変化を有する磁気抵抗効果素子が得られる。

【0012】また、上記磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。また、上記磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置が得られる。

#### 【0013】

【作用】上述のように、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層として2種類の異なる反強磁性材料を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合した磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。この結果、磁気抵抗効果素子のバルクハウゼンノイズを抑制することができる。また、この方法は、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層に反強磁性層が接しており、二つの磁性層の磁化の向きにより磁気抵抗効果の生じる磁気抵抗効果膜にも応用できる。さらに、磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。また、磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置が

得られる。

#### 【0014】

##### 【実施例】

＜実施例1＞図1に本発明の一実施例の多層膜の断面構造を示す。

【0015】多層膜の作製にはイオンビームスパッタリング法を用いた。到達真空度は、 $3/10^5$  Pa、スパッタリング時のAr圧力は0.02 Paである。また、膜形成速度は、0.08 nm/s以下である。基板11にはSi(100)単結晶を用いた。また、バッファ層12として、厚さ5 nmのZrを用いた。磁性層13には、厚さ10 nmのNi-20 at% Fe合金を用いた。また、反強磁性層14には、厚さ2 nmのFe-50 at% Mnを用いた。反強磁性層15には、厚さ8 nmのMn-40 at% Ir合金を用いた。保護層16には、厚さ5 nmのZrを用いた。また、比較のために、反強磁性層14に反強磁性層15と同じ組成のMn-Irを用いた（すなわち、反強磁性層がMn-Ir合金単層である）多層膜も作製した。なお、これらの試料は、熱処理を行っていない。

【0016】図2には二つの試料の容易軸方向に磁界を印加したときの磁化曲線を示す。図のように、反強磁性層として、Mn-Ir単層膜を用いた多層膜の結合磁界(100 Oe)と比較して、反強磁性層にMn-Ir/Fe-Mn 2層膜を用いた多層膜の結合磁界(140 Oe)は高い。

【0017】図3にはこの二つの試料のX線回折プロファイルを示す。図のように、Ni-FeとMn-Irの結晶格子間隔は大きく異なる。Ni-Fe層とMn-Ir層との界面に、双方の中間の結晶格子間隔を持つFe-Mn反強磁性層を形成することにより、磁性層と反強磁性層との格子のミスマッチが小さくなり、その結果、結合磁界が増加したと考えられる。また、二つの試料のブロック温度（結合磁界がゼロになる温度）は、Mn-Ir合金単層の場合、150℃であるが、Mn-Ir/Fe-Mn 2層膜を用いた場合、180℃と増加した。

【0018】本実施例では、Fe-Mn層厚を2 nmとしたが、図4に示すように、それ以上厚くしても、磁性層との結合磁界は高い。しかし、Fe-Mnは耐食性が悪いため、2 nm以下が好ましい。

【0019】本実施例では、磁性層に接した側の反強磁性層として、Fe-Mn合金を用いたが、Fe, Ni, Co, CrとMnとの合金あるいは、これらを主成分とする合金であれば、同様な結果が得られた。

【0020】また、本実施例では、Zrバッファ層を用いているが、他の周期率表上のIVa族金属元素、Va族金属元素(Ti, Hf, V, Nb, Ta)を用いてもよい。バッファ層を用いることにより、磁性層の膜厚が薄くても磁性層が(111)配向し、反強磁性層と交換結

合する。磁性層の膜厚が十分厚く、磁性層が(111)配向を示す場合には、バッファ層を用いる必要はない。

【0021】さらに、本実施例では、磁性層としてNi-Fe系合金を使用した。他の面心立方構造を有する磁性層を用いても、同様な結果が得られる。しかし、磁気ヘッド等の応用を考えた場合、磁性層は軟磁性を示すことが必要であり、磁性層として、Ni-Fe系合金、Ni-Fe-Co系合金を用いることが好ましい。

【0022】＜実施例2＞実施例1と同様の方法で多層膜を形成した。形成した多層膜の断面構造を図1に示す。基板11はSi(100)単結晶基板を用いた。バッファ層12として、厚さ5nmのZrを用いた。磁性層13には、厚さ10nmのNi-20at%Fe合金を用いた。また、反強磁性層14には、厚さ2nmのNi-50at%Mnを用いた。反強磁性層15には、厚さ8nmのMn-40at%Ir合金を用いた。保護層16には、厚さ5nmのZrを用いた。なお、この試料は熱処理を行っていない。

【0023】図5に試料の容易軸方向に磁界を印加したときの磁化曲線を示す。この試料の結合磁界は約180 Oeと実施例1で示した磁性多層膜と比較して高くなっている。また、この試料のブロッキング温度も約200℃と高い。

【0024】本来、特開平6-76247号公報に記載されているように、25nm程度の膜厚を有するNi-Mn合金を240℃、数時間の熱処理を数回行い、Ni-Mn合金の結晶構造を面心立方構造から面心正方晶構造に変化させることにより、Ni-Mn合金が反強磁性になる。しかし、Ni-Mn合金の膜厚が薄い場合、Ni-Mn合金は反強磁性を示さない。このことから、磁性層から離れたNi-Mn層の領域では、Ni-Mn合金は面心正方晶構造をとっているが、磁性層との界面付近のNi-Mn層の結晶構造は、面心立方構造になっていると考えられる。本実験結果は、面心正方晶構造となっているNi-Mn層の変わりに、熱処理を必要としないMn-Ir反強磁性層を用いた結果、結合磁界及びブロッキング温度が高くなったと考えられる。

【0025】本実施例では、Ni-Mn層の膜厚を2nmとしたが、Ni-Mn層の膜厚が厚くなくても、同様な結果が得られる。しかし、Ni-Mnの耐食性が悪い

ため、膜厚は2nm以下が好ましい。

【0026】また、本実施例では、磁性層に接した反強磁性層にNi-Mn合金を用いたが、他のMnを主成分とする反強磁性材料、例えば、Mn-Pt, Mn-Pd, Mn-Rh, Mn-Ru, Mn-Cr系合金を用いても同様な効果が得られる。

【0027】＜実施例3＞本発明のバルクハウゼンノイズを抑制するための反強磁性材料を用いた磁気抵抗効果素子を形成した。図6に本発明の磁気抵抗効果素子の膜構造を示す。図6の基板21には、ガラス基板を用い

た。バッファ層22として、厚さ5nmのHfを用いた。磁性層23には、厚さ10nmのNi-19at%Fe合金を用いた。反強磁性層24には、厚さ2nmのNi-50at%Mnを用いた。反強磁性層25には厚さ8nmのMn-40at%Irを用いた。電極26には、厚さ300nmのCuを用いた。

【0028】図7に磁気抵抗効果素子の構造を示す。磁気抵抗効果素子は、図5で示した磁気抵抗効果膜31および電極32で構成されたものが、シールド層33、34で挟まれた構造を有する。本発明の磁気抵抗効果素子を用いた場合、バルクハウゼンノイズが発生せず、反強磁性層にFe-Mnを用いた磁気抵抗効果素子と同様な効果が得られた。

【0029】＜実施例4＞実施例3で述べた磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。磁気ヘッドの構造を以下に示す。図8は、記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。多層磁気抵抗効果膜41をシールド層42、43で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル44を挟む下部磁極45、上部磁極46の部分記録ヘッドとして働く。多層磁気抵抗効果膜41は実施例3に記載の多層膜からなる。また、電極48には、Cr/Cu/Crという多層構造の材料を用いた。

【0030】以下にこのヘッドの作製方法を示す。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiCを主成分とする焼結体をスライダ用の基板47とした。シールド層、記録磁極にはスパッタリング法で形成したNi-Fe合金を用いた。各磁性膜の膜厚は、以下のようにした。上下のシールド層42、43は1.0μm、下部磁極45、上部磁極46は3.0μm、各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で0.2μm、記録磁極間では0.4μmとした。さらに再生ヘッドと記録ヘッドの間隔は約4μmとし、このギャップもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で形成した。コイル44には膜厚3μmのCuを使用した。

【0031】以上述べた構造の磁気ヘッドで記録再生を行ったところ、バルクハウゼンノイズを示さず、良好な再生特性を示した。また、本発明の磁気抵抗効果素子は、磁気ヘッド以外の磁界検出器にも用いることができる。

【0032】＜実施例5＞実施例4で述べた本発明の磁気ヘッドを用い、磁気ディスク装置を作製した。図9に磁気ディスク装置の構造の概略図を示す。

【0033】磁気記録媒体51には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド53の記録ヘッドのトラック幅は3μm、再生ヘッドのトラック幅は2μmとした。磁気ヘッド53には、再生時にバルクハウゼンノイズを発生しない実施例4で用いた磁気ヘッドを用いているため、エラーレートの低い磁気ディスク装置が得られた。

【0034】＜実施例6＞実施例1と同様の方法で、多層膜を形成した。形成した多層膜の断面構造を図10に示す。図10の基板61にはSi(100)単結晶基板を用いた。バッファ層62には厚さ5nmのZrを用いた。磁性層63及び65には厚さ5nmのNi-16at%Fe-18at%Coを用いた。非磁性層64には厚さ2.5nmのCuを用いた。反強磁性層66、67にはそれぞれ厚さ2nmのNi-50at%Mnおよび厚さ8nmのMn-40at%Ir合金を用いた。保護膜68には厚さ5nmのZrを用いた。

【0035】図11に多層膜の磁気抵抗効果曲線を示す。図のように、約2.3%程度の磁気抵抗変化率が得られた。また、多層膜の構造をX線回折法により調べたところ、多層膜はNi-Fe-Co層、Cu層の面心立方構造の強い(111)回折ピークがおよび、Mn-Ir層、Fe-Mn層の面心立方構造の(111)回折ピークが観測された。

【0036】また、本実施例では、バッファ層62としてZrを用いたが、周期律表上のIVa族金属元素、Va族金属元素、あるいはこれらを主成分とする合金からなる非磁性金属であれば、実施例と同様の効果が得られる。

【0037】また、本実施例では、非磁性層としてCuを用いたが、電気抵抗の低いAu、Agを用いても同様な結果が得られる。しかし、磁性層として3d遷移金属元素を用いる場合には、磁性層とのフェルミ面のマッチングの観点から、非磁性層はCuであることが好ましい。

【0038】さらに、本実施例では、磁性層としてNi-Fe-Co系合金を用いたが、他の面心立方構造を有する磁性層を用いても、実施例と同様な結果が得られる。しかし、反強磁性層に接していない磁性層は、軟磁気特性を示すことが重要であり、磁性層としては、Ni-Fe系合金、Ni-Fe-Co系合金を用いることが好ましい。また、磁性層と非磁性層との界面に、磁性層の軟磁気特性を劣化させない程度の薄いCo層あるいはCoを主成分とするCo合金層を用いることにより、更に高い磁気抵抗変化率が得られる。

【0039】＜実施例7＞実施例6に述べた多層膜を用い、磁気抵抗効果素子を形成した。構造を図7に示す。磁気抵抗効果素子は、多層磁気抵抗効果膜31及び電極32をシールド層33、34で挟んだ構造を有する。磁気抵抗効果素子に磁界を印加し、電気抵抗率の変化を測定したところ、本発明の多層磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、200e程度の印加磁界で約2.3%の磁気抵抗変化率を示した。また、本発明の磁気抵抗効果素子の再生出力は、Ni-Fe単層膜を用いた磁気抵抗効果素子と比較して、2.6倍であった。

【0040】＜実施例8＞実施例7で述べた磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。磁気ヘッドの構

造を図8に示す。記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。多層磁気抵抗効果膜41をシールド層42、43で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル44を挟む下部磁極45、上部磁極46の部分が記録ヘッドとして働く。多層磁気抵抗効果膜41は実施例6に記載の多層膜からなる。また、電極48には、Cr/Cu/Crという多層構造の材料を用いた。ヘッドの作製方法については、実施例4で述べた方法と同じである。

10 【0041】以上述べた構造の磁気ヘッドで記録再生を行ったところ、Ni-Feの単層膜を用いた磁気ヘッドと比較して、2.6倍高い再生出力を得た。これは、本発明の磁気ヘッドに、高い磁気抵抗効果を示す多層膜を用いたためであると考えられる。

【0042】また、本発明の磁気抵抗効果素子は、磁気ヘッド以外の磁界検出器にも用いることができる。

【0043】＜実施例9＞実施例8で述べた本発明の磁気ヘッドを用い、磁気ディスク装置を作製した。図9に磁気ディスク装置の構造の概略図を示す。

20 【0044】磁気記録媒体51には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド53の記録ヘッドのトラック幅は3μm、再生ヘッドのトラック幅は2μmとした。磁気ヘッド53における磁気抵抗効果素子は、従来のパーマロイ単層膜を用いた磁気抵抗効果素子の約2.6倍の出力を示すため、さらにトラック幅が狭く、記録密度の高い磁気ディスク装置を作製することができる。本発明の磁気ヘッドは、特に1Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を有する磁気記録再生装置に有効である。また、10Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を有する磁気記録再生装置には、必須であると考えられる。

【0045】

【発明の効果】磁性層に反強磁性層が接した磁気抵抗効果膜において、反強磁性層として、2層の異なる反強磁性材料を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜を容易に作製できる。磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、バルクハウゼンノイズを示さない。また、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層と反強磁性層とが接しており、非磁性層で分割された磁性層の磁化の相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜にも、この方法を応用することができる。磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、低磁界で高い磁気抵抗変化を有する。さらに、磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の磁気抵抗効果膜の構造を示す断面図。

【図2】Mn-Ir/Fe-Mn/Ni-Fe3層膜の磁化特性図。

【図3】Mn-Ir/Fe-Mn/Ni-Fe3層膜のX線回折特性図。

【図4】Mn-Ir/Fe-Mn/Ni-Fe3層膜における、Fe-Mn層厚に対する結合磁界の変化の説明図。

【図5】Mn-Ir/Ni-Mn/Ni-Fe3層膜の磁化特性図。

【図6】本発明の一実施例の磁気抵抗効果素子の膜の断面図。

【図7】本発明の一実施例の磁気抵抗効果素子の斜視

図。

【図8】本発明の一実施例の磁気ヘッドの斜視図。

【図9】本発明の一実施例の磁気ディスク装置の断面図。

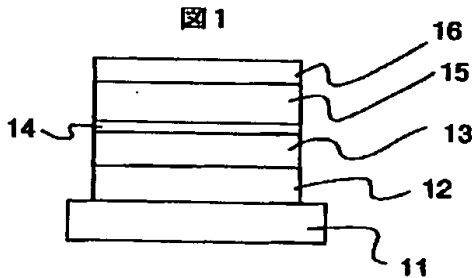
【図10】本発明の一実施例の多層磁気抵抗効果膜の断面図。

【図11】本発明の一実施例の多層磁気抵抗効果膜の磁気抵抗効果特性図。

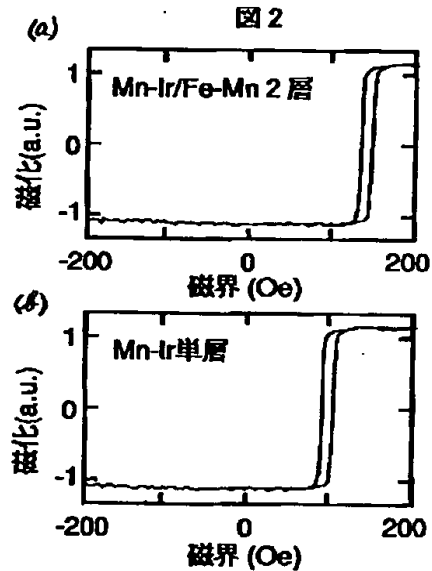
【符号の説明】

11…基板、12…バッファ層、13…磁性層、14、15…反強磁性層、16…保護層。

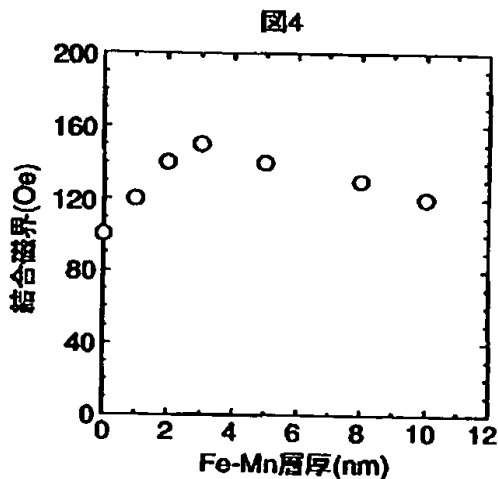
【図1】



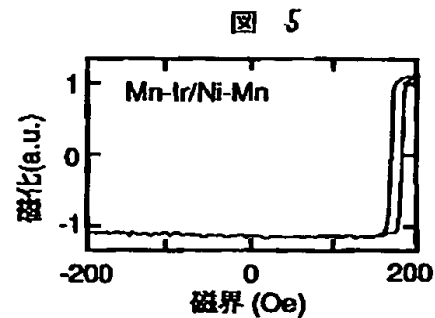
【図2】



【図4】

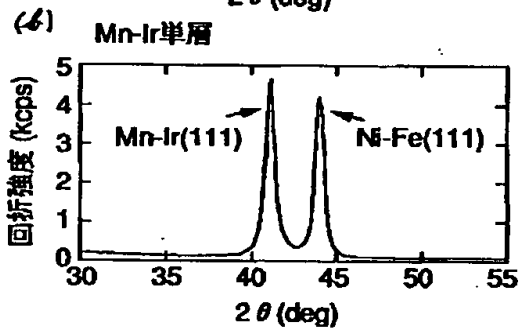
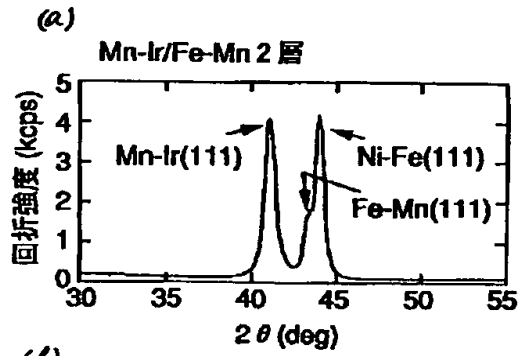


【図5】



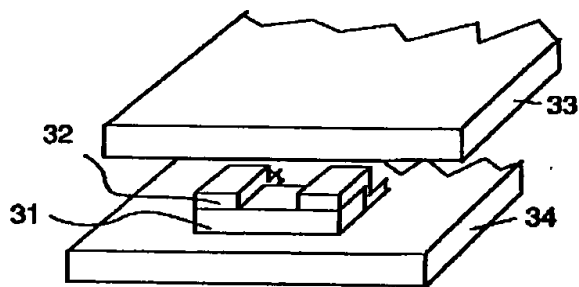
【図3】

図3



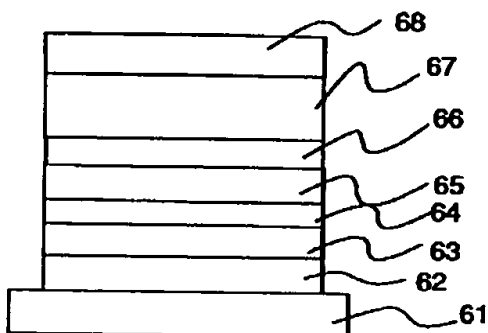
【図7】

図7



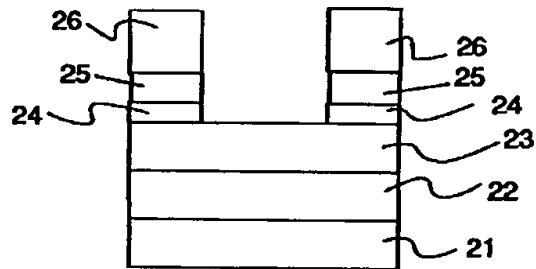
【図10】

図10



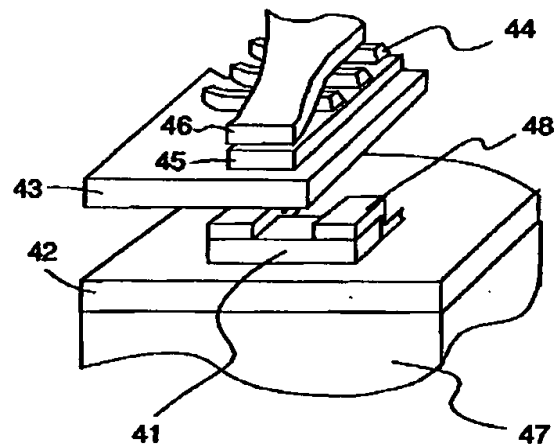
【図6】

図6



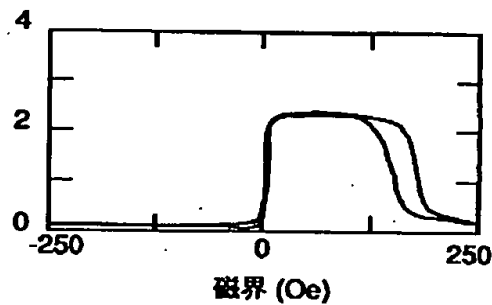
【図8】

図8



【図11】

図11





【図9】

図 9

